



MODEL CAMPURAN LINEAR TERSARANG DENGAN PENGAMATAN BERULANG UNTUK ANALISIS PENJUALAN PRODUK TELEKOMUNIKASI

FARDILLA RAHMAWATI



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang untuk Analisis Penjualan Produk Telekomunikasi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2021

Fardilla Rahmawati
G14170017



ABSTRAK

FARDILLA RAHMAWATI. Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang untuk Analisis Penjualan Produk Telekomunikasi. Dibimbing oleh KHAIRIL ANWAR NOTODIPUTRO dan LA ODE ABDUL RAHMAN.

Model campuran linear tersarang merupakan model yang menggabungkan antara faktor tetap dan faktor acak. Pengamatan yang dilakukan beberapa waktu dengan objek yang diamati sama disebut sebagai pengamatan berulang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor determinan dari penjualan kuota data internet yang dipengaruhi oleh faktor SA (*Sales Area*), MC (*Mutual Check*), PC (*Product Category*), dan waktu menggunakan model campuran linear tersarang dengan pengamatan berulang. Faktor SA, PC, dan waktu sebagai faktor tetap sedangkan faktor MC yang tersarang pada SA sebagai faktor acak. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh interaksi antara ketiga faktor tetap yaitu antara SA, PC, dan waktu berpengaruh nyata terhadap volume penjualan kuota data internet. Selanjutnya, model campuran linear tersarang juga menunjukkan hasil bahwa keragaman faktor acak MC yang tersarang pada SA nyata terhadap volume penjualan kuota data internet. Selain itu, keragaman interaksi antara MC dengan PC dan keragaman interaksi antara MC dengan waktu juga berpengaruh nyata terhadap volume penjualan kuota data internet.

Kata kunci: kuota data internet, model campuran linear tersarang, pengamatan berulang

ABSTRACT

FARDILLA RAHMAWATI. Nested Linear Mixed Models with Repeated Measurement for Analyzing Telecommunication Products. Supervised by KHAIRIL ANWAR NOTODIPUTRO and LA ODE ABDUL RAHMAN.

Nested linear mixed model is a model that combines fixed factors and random factors. Observations made several times with the same observed object are referred to as repeated measurement. This research was conducted to determine the determinant factors of internet data quota sales which are influenced by SA (*Sales Area*), MC (*Mutual Check*), PC (*Product Category*), and time factors using a nested linear mixed model with repeated measurement. SA, PC, and time factors as fixed factors while the MC factor nested in SA as a random factor. The results of the analysis show that the interaction effect between the three fixed factors, namely SA, PC, and time has a significant effect on the sales volume of internet data quota. Furthermore, the nested linear mixed model also shows the results that the variance of the random factor MC nested in SA is significant to the sales volume of internet data quotas. Moreover, the variance of interactions between MC and PC, and the variance of interactions between MC and time also have a significant effect on the sales volume of internet data quotas.

Keywords: internet data quota, nested linear mixed model, repeated measurement



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



MODEL CAMPURAN LINEAR TERSARANG DENGAN PENGAMATAN BERULANG UNTUK ANALISIS PENJUALAN PRODUK TELEKOMUNIKASI

FARDILLA RAHMAWATI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang
untuk Analisis Penjualan Produk Telekomunikasi

Nama : Fardilla Rahmawati
NIM : G14170017

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Khairil Anwar Notodiputro, M.S

Pembimbing 2:
La Ode Abdul Rahman, MSi

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Anang Kurnia, S.Si., M.Si.
NIP. 197308241997021001

Tanggal Ujian:
16 Juni 2021

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul “Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang untuk Analisis Penjualan Produk Telekomunikasi” dapat terselesaikan. Shalawat serta salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa dukungan, bantuan, dan motivasi dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Khairil Anwar Notodiputro, M.S dan Bapak La Ode Abdul Rahman, MSi selaku komisi pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi ilmu baru, pencerahan, saran, dan masukan;
2. Bapak Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam penulisan karya ilmiah ini;
3. Bapak Ir. Satrio Wiseno, M. Phil, MM selaku Presiden Direktur PT. Grup Riset Potensial (GRP) atas kesempatannya untuk melakukan praktik lapang di GRP dan telah membantu dalam memperoleh data dalam penelitian ini;
4. Keluarga terutama Ayah dan Mamah atas doa, motivasi, dorongan semangat, kasih sayang, serta Adik dan Kakak penulis yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, dan perhatian;
5. Dosen-dosen Departemen Statistika dan dosen departemen lain di luar Statistika yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat serta seluruh staff Tata Usaha Departemen Statistika yang telah membantu dalam kelancaran administrasi;
6. Teman-teman Departemen Statistika angkatan 54 yang selalu memberikan semangat dalam menjalani kehidupan di kampus, kakak-kakak dan adik-adik tingkat Departemen Statistika yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, semangat, dan motivasi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat, memberikan wawasan baru, dan dapat menambah kekayaan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2021

Fardilla Rahmawati

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang	3
2.2 Transformasi Tukey	7
2.3 Kuota Data Internet	7
III METODE	8
3.1 Data	8
3.2 Model	9
3.3 Prosedur Analisis	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Ekspolarasi Data	13
4.2 Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang	14
4.3 Pemeriksaan Asumsi Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang	14
4.4 Pengujian Hipotesis Model Campuran Linear Tersarang dengan Pengamatan Berulang	16
4.5 Model Tetap dengan Pengamatan Berulang	20
4.6 Pemeriksaan Asumsi Model Tetap dengan Pengamatan Berulang	20
4.7 Pengujian Hipotesis Model Tetap dengan Pengamatan Berulang	21
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	32

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Contoh tampilan data	8
2	Pengaruh faktor tetap pada model campuran linear tersarang dengan pengamatan berulang	17
3	Pendugaan parameter dan hasil uji keragaman pada faktor acak	17
4	Pengaruh faktor tetap pada model tetap dengan pengamatan berulang	22

DAFTAR GAMBAR

1	Plot rata-rata jumlah penjualan kuota data internet seluruh MC	13
2	Plot jumlah penjualan kuota data internet pada PC <i>Electric_AddOn Data</i> (i), <i>SP Data</i> (ii), dan <i>Voucher Data</i> (iii) dari tanggal 1 sampai 29 Februari 2020	13
3	Plot jumlah penjualan kuota data internet pada ketiga PC	14
4	Plot peluang normal	15
5	Plot sisaan dengan nilai dugaan respon	15
6	Plot peluang normal setelah dilakukan transformasi Tukey	16
7	Plot sisaan dengan nilai dugaan respon setelah dilakukan transformasi Tukey	16
8	Plot interaksi antara faktor MC dengan faktor PC	18
9	Plot interaksi antara faktor MC dengan faktor waktu	18
10	Plot peluang normal (i), plot sisaan dengan nilai dugaan respon (ii), dan plot sisaan dengan urutan sisaan (iii)	20
11	Plot peluang normal (i), plot sisaan dengan nilai dugaan respon (ii), dan plot sisaan dengan urutan sisaan (iii) setelah dilakukan transformasi Tukey	21
12	Plot interaksi antara faktor SA dengan faktor PC	22
13	Plot interaksi antara faktor SA dengan faktor waktu	23
14	Plot interaksi antara faktor waktu dengan faktor PC	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Plot nilai lambda pada transformasi Tukey (i), histogram penjualan kuota data internet sebelum dilakukan transformasi Tukey (ii), histogram penjualan kuota data internet setelah dilakukan transformasi Tukey (iii) pada model campuran linear tersarang	29
2	Plot nilai lambda pada transformasi Tukey (i), histogram penjualan kuota data internet sebelum dilakukan transformasi Tukey (ii), histogram penjualan kuota data internet setelah dilakukan transformasi Tukey (iii) pada model tetap	30
3	Plot interaksi antara SA dengan PC (i), plot interaksi antara SA dengan waktu (ii), dan plot interaksi antara waktu dan PC (iii) pada model campuran linear tersarang	31